

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re U.S. Patent Application of )  
MOCHIZUKI et. al. )  
Application Number: To be Assigned )  
Filed: Concurrently Herewith )  
For: MAGNETIC RECORDING HEAD AND )  
MAGNETIC DISC STORAGE APPARATUS )  
MOUNTING THE MAGNETIC HEAD )  
Attorney Docket No. HIRA.0126 )

Honorable Assistant Commissioner  
for Patents  
Washington, D.C. 20231

**REQUEST FOR PRIORITY  
UNDER 35 U.S.C. §119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

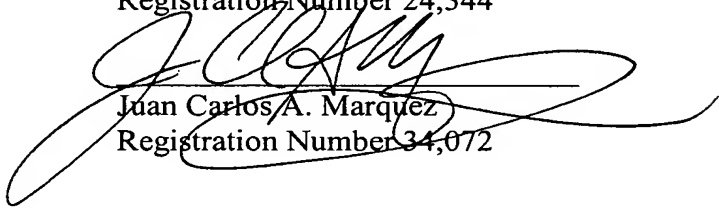
Sir:

In the matter of the above-captioned application for a United States patent, notice is hereby given that the Applicant claims the priority date of May 13, 2003, the filing date of the corresponding Japanese patent application 2003-134660.

The certified copy of corresponding Japanese patent application 2003-134660 is being submitted herewith. Acknowledgment of receipt of the certified copy is respectfully requested in due course.

Respectfully submitted,

Stanley P. Fisher  
Registration Number 24,344

  
Juan Carlos A. Marquez  
Registration Number 34,072

**REED SMITH LLP**  
3110 Fairview Park Drive  
Suite 1400  
Falls Church, Virginia 22042  
(703) 641-4200  
**October 28, 2003**

( Translation )

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of  
the following application as filed with this Office.

Date of Application: May 13, 2003

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 2003-134660

Applicant(s): Hitachi, Ltd.

October 8, 2003

Commissioner,  
Japan Patent Office

Yasuo Imai (seal)

Certificate No. 2003-3083105

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2003年 5月13日  
Date of Application:

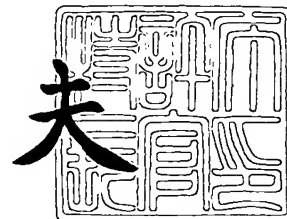
出願番号                      特願2003-134660  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP2003-134660]

出願人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2003年10月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号    出証特2003-3083105

【書類名】 特許願

【整理番号】 H300188

【提出日】 平成15年 5月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社  
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 望月 正文

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社  
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 中村 敦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社  
日立製作所 中央研究所内

【氏名】 江藤 公俊

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッド及びそれを搭載した磁気ディスク装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主磁極と補助磁極を有する記録ヘッドを備える磁気ヘッドにおいて、

前記主磁極のトレーリング側に磁性体が配置され、前記磁性体は前記主磁極に向かって突出する凸部を有し、前記凸部の前記主磁極に対向する辺の幅は、前記主磁極のトレーリング側の幅より狭いことを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気ヘッドにおいて、前記補助磁極は前記主磁極のトレーリング側に、前記磁性体より遠い位置に配置されていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 記載の磁気ヘッドにおいて、前記磁性体は前記補助磁極に接合されていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 記載の磁気ヘッドにおいて、前記補助磁極は前記主磁極のリーディング側に配置されていることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1 記載の磁気ヘッドにおいて、磁気抵抗効果素子を有する再生ヘッドを備えることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 記載の磁気ヘッドにおいて、前記磁性体の浮上面に垂直な方向の厚さは前記主磁極のスロットハイト以下であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項 7】 記録層と軟磁性裏打ち層を有するディスク状垂直磁気記録媒体と、記録ヘッド及び再生ヘッドを備える磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを前記ディスク状垂直磁気記録媒体に対して位置決めするロータリーアクチュエータとを含む磁気ディスク装置において、

前記記録ヘッドは、主磁極と、補助磁極と、前記主磁極のトレーリング側に配置された磁性体とを有し、前記磁性体は前記主磁極に向かって突出する凸部を有し、前記凸部の前記主磁極に対向する辺の幅は、前記主磁極のトレーリング側の幅より小さいことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の磁気ディスク装置において、最大スキュー角

$\alpha$ 、前記磁性体の凸部の前記主磁極に対向する辺の幅  $N_w$ 、前記主磁極のトレーリング側の幅  $T_{ww}$ 、前記磁性体の凸部と前記主磁極との間の距離  $G L E$  が以下の関係を満たすことを特徴とする磁気ディスク装置。

$$0.5 \times (T_{ww} - N_w) \leq G L E \times \tan \alpha$$

【請求項 9】 請求項 7 記載の磁気ディスク装置において、前記主磁極と前記磁性体との間の最短距離  $G L$  と、前記主磁極の浮上面から前記ディスク状垂直磁気記録媒体の軟磁性裏打ち層までの距離  $A T S$  との比 ( $G L / A T S$ ) が 0.4 以上、1.5 以下であることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 10】 主磁極と、補助磁極と、前記主磁極のトレーリング側に配置され、前記主磁極に向かって突出する凸部を有し、前記凸部の前記主磁極に対向する辺の幅が前記主磁極のトレーリング側の幅より小さい磁性体とを有する記録ヘッドを備える磁気ヘッドの製造方法において、

主磁極となる第 1 の磁性膜、ギャップとなる非磁性膜、前記凸部となる第 2 の磁性膜、CMP ストップ膜、無機絶縁膜を順に積層した積層膜を形成するステップと、

前記積層膜の上にリフトオフ方式でレジストパターンを形成するステップと、

前記レジストパターンをマスクとするイオンミリングによって前記第 1 の磁性膜を主磁極の形状に加工するステップと、

前記主磁極の形状に加工された前記第 1 の磁性膜及び前記ギャップとなる非磁性膜の周囲に無機絶縁膜を形成するステップと、

イオンミリングによって前記第 2 の磁性膜を前記凸部となる磁性体片に加工するステップと

を含むことを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、垂直磁気記録に適した磁気ヘッドとその製造方法及びその磁気ヘッドを搭載した磁気ディスク装置に関するものである。

【0002】

**【従来の技術】**

磁気ディスク装置では、記録媒体上のデータは磁気ヘッドによって読み書きされる。磁気ディスクの単位面積当たりの記録容量を高めるためには、面記録密度を高密度化する必要がある。しかしながら、現状の面内記録方式では、記録されるビット長が小さくなると、媒体の磁化の熱揺らぎのために面記録密度が上げられない問題がある。この問題の解決のために媒体に垂直な方向に磁化信号を記録する垂直記録方式がある。

**【0003】**

垂直記録方式には、記録媒体として軟磁性の裏打層を備えた二層垂直磁気記録媒体を用いる方式と、裏打層を有さない単層垂直媒体を用いる方式の2種類があるが、記録媒体として二層垂直磁気記録媒体を用いる場合には、主磁極と補助磁極とを備えたいわゆる単磁極ヘッドを用いて記録を行う必要がある。この場合、より強い磁界を媒体に印加することができる。

**【0004】**

記録するヘッド磁界の強度と共に記録ビットセルの境界を記録するヘッド磁界垂直成分における磁界勾配、すなわち、ヘッド走行方向のヘッド磁界垂直成分の磁界勾配も高い記録密度を実現するための非常に重要な要素である。今後、さらに高い記録密度を達成するためには、さらに磁界勾配を増大しなければならない。また、記録ビットセルの磁化反転形状の湾曲は、高い記録密度を実現する際の障害となる。

**【0005】**

また、記録密度の向上のためには、垂直記録においてもトラック密度と線記録密度を向上する必要があるが、トラック密度向上のためには、磁気ヘッドのトラック幅を微細、高精度化する必要がある。二層垂直磁気記録媒体に単磁極ヘッドを用いて垂直磁気記録を行う場合、単磁極ヘッドの磁極から発生する記録磁界の分布は、面内磁気記録用の薄膜インダクティブヘッドの場合と大幅に異なっており、ヘッド記録磁界強度の等高線は、主磁極の中心部を最大強度として同心円状に分布し、等高線の外側ほど膨らんだ分布をする。従って記録される磁化反転形状も、トラック端部よりトラック中心部の磁化反転位置がディスク回転方向側に



位置し湾曲してしまう。このような現象は実際に磁気力顕微鏡（MFM：Magnetic Force Microscopy）の観察結果から明らかとなっている。

【 0 0 0 6 】

上述の現象は、主磁極となる磁性体があるため発生する。磁極ヘッドの主磁極の近傍に磁性体からなるシールドを設けた磁気ヘッドが知られており、例えば、次の特許文献 1 と非特許文献 1 ～ 6 に記載されている。これら文献に開示されている技術は、磁界勾配の増大に対して鑑みてなされたもので、記録ビットセルの磁化反転形状の湾曲の改善については考慮されていない。また、特許文献 2 には補助磁極に突出部を設けた構造が記載されているが、この突出部は磁界を吸い込む上記シールドとは異なり、また、主磁極から数ミクロンはなれているため、後述する本発明のような効果は期待できない。

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】

米国特許第 4 6 5 6 5 4 6 号

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 9 2 8 2 0 号公報

【非特許文献 1】

IEEE Transactions on Magnetism. Vol. 34, No1, pp.1719-1724 (2002)

【非特許文献 2】

IEEE Transactions on Magnetism. Vol. 38, No1, pp.163-168 (2002)

【非特許文献 3】

電子情報通信学会技術研究報告MR2001-87, pp.21-26

【非特許文献 4】

電子情報通信学会技術研究報告MR2002-65, pp.1-6

【非特許文献 5】

47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, アブストラクト番号FA02

【非特許文献 6】

47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, アブストラ

クト番号FA03

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

記録するヘッド磁界の強度や磁界勾配と共に磁界分布、特に媒体に記録されたビットの磁化反転形状を決定するトレーリング側（ディスク回転方向の下流側）の磁界分布の直線化も高い記録密度を実現するための重要な要素である。媒体磁化反転形状がトラック方向に対して湾曲すると、巨大磁気抵抗効果素子（GMR）ヘッドやトンネル磁気抵抗効果型素子（TMR）ヘッド等で再生する際に磁化反転幅が大きく見えて孤立波の半値幅が増大すると同時に、記録トラック幅が線記録密度の上昇に伴い狭められるといった問題が生じる。今後、さらに高い記録密度を達成するためにはさらに磁化反転形状の湾曲改善しなければならない。

【0009】

本発明は、記録ビットセルの磁化反転形状の湾曲を改善できる垂直磁気記ヘッドとその垂直磁気記録ヘッドを搭載した磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明では、主磁極と補助磁極を有する単磁極ヘッドにおいて、主磁極のトレーリング側に磁性体を配置し、その磁性体に主磁極に向かって突出する凸部を設け、凸部の主磁極に対向する辺の幅を主磁極のトレーリング側の幅より狭くする。凸部の形状は、例えば矩形あるいは台形とする。

【0011】

本発明者らは、記録磁界を3次元計算機シミュレーションにより計算し、上記形状の記録ヘッド用いると、磁界分布をトラック幅方向に直線的にし、記録ビットセルの磁化反転形状の湾曲を改善できことを見出した。磁界分布がトラック幅方向に直線的になると、記録ビットの磁化反転幅を小さくでき、磁化反転形状の湾曲による再生分解能の劣化の程度を抑制できる。さらに、この記録ヘッドを搭載することにより、従来よりも記録密度の向上した磁気ディスク装置が得られる。

## 【 0 0 1 2 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 (a) は本発明による磁気ディスク装置の構成例を示す概略説明図であり、図 1 (b) はその磁気ヘッドスライダー部分の拡大図、図 1 (c) は図 1 (b) の磁気ヘッド部分のヘッド浮上面から見た拡大図である。

## 【 0 0 1 3 】

磁気ディスク装置は、矢印 1 7 の方向に回転する磁気ディスク 1 1 に対して、磁気ヘッド 1 4 によって磁化信号の記録再生を行なう。磁気ヘッド 1 4 は磁気ヘッドスライダー 1 3 に搭載され、磁気ヘッドスライダー 1 3 は、ロータリーアクチュエータ 1 5 によって回転されるサスペンションアーム 1 2 の先端軟磁性に固定されている。磁気ヘッド 1 4 は記録ヘッド 1 6 と再生ヘッド 1 8 からなり、再生ヘッド 1 8 は下部シールド 8 と上部シールド 9 の間に再生素子 7 を配置した構成を有する。また、記録ヘッド 1 6 は主磁極 1、補助磁極 3、主磁極のトレーリング側に配置された磁性体（シールド） 3 2 を有する。

## 【 0 0 1 4 】

図 2 は、磁気ヘッド 1 4 と垂直磁気記録用磁気ディスク 1 1 との関係例を示す概略図である。主磁極 1 を構成する磁性体のトラック方向の幅はフレアポイント 3 3 と呼ばれる位置で絞り込まれている。主磁極 1 のフレアポイント 3 3 から浮上面までの距離 3 4 はスロートハイトと呼ばれる。

## 【 0 0 1 5 】

図 3 は、垂直記録の概略を示す説明図である。記録信号が流れる導体薄膜コイル 2 は、主磁極 1、補助磁極 3、記録層 1 9、軟磁性裏打ち層 2 0 によって作られる磁気回路と磁氣的に結合している。主磁極 1 から出た磁界は、磁気ディスク（垂直磁気記録媒体）の記録層 1 9、軟磁性裏打ち層 2 0 を通り、補助磁極 3 に入る磁気回路を形成し、記録層 1 9 に磁化パターンを記録する。記録層 1 9 と軟磁性裏打ち層 2 0 の間には中間層が形成されている場合もある。再生ヘッドの再生素子 7 には巨大磁気抵抗効果素子（GMR）やトンネル磁気抵抗効果型素子（TMR）などが用いられる。

## 【0016】

図4は、本発明による磁気ヘッドの他の構成例を示す図であり、図3に示した磁気ヘッドとは、ディスク回転方向17に対する主磁極1と補助磁極3の位置関係が逆になっている。すなわち、図3に示した磁気ヘッドの記録ヘッドは、補助磁極3が主磁極1に対してディスクの回転方向の上流側（リーディング側）に配置されているが、図4に示した磁気ヘッドの記録ヘッドは、補助磁極3が主磁極1に対してトレーリング側に配置されている。この配置の場合、磁性体32は補助磁極3と接合されていてもよい。これ以外にも、再生ヘッドの上部シールドが記録ヘッドの補助磁極を兼用するような構成も可能である。いずれの記録ヘッドでも二層垂直磁気記録媒体への記録原理は同じである。

## 【0017】

図5は、本発明による記録ヘッドの一例を浮上面からみた模式図である。この記録ヘッドは、主磁極1のトレーリング側に配置された磁性体32を有する。磁性体32は主磁極1に向かって突出する突出部32aを有し、突出部32aは、主磁極1のトレーリング側の辺と平行となる主磁極1に最も近い辺の幅 $N_w$ を主磁極1のトレーリング側の辺の幅 $T_{ww}$ より小さく設定してある。この磁性体32は補助磁極3と接合されていてもよい。

## 【0018】

補助磁極3は、図3に示すように主磁極1のリーディング側に配置されていても良いし、図4に示すようにトレーリング側に配置されていても良い。あるいは、主磁極1のリーディング側及びトレーリング側の両側に配置されていても良い。図5にはトレーリング側に配置されている例を示した。

## 【0019】

磁性体32の設置目的は記録磁界を吸い込むことであって補助磁極とは機能が異なり、ヘッド奥行き方向の厚さは薄いことが必要である。そして磁性体32の主磁極と対向する位置に $T_{ww} > N_w$ の関係を有する突出部32aを設けると、主磁極中心部分の磁界を主磁極端より強く吸い込むことにより、等磁界線の湾曲が抑えられることを発明者らは発見した。特許文献1と非特許文献1～6に記載されている技術はトラック幅全体にわたって磁界を吸い込むので、等磁界線の湾

曲を抑えることはできない。

#### 【0020】

図6及び図7を用いて、本発明者らが行った3次元磁界計算について説明する。図6(a)は従来構造の凸部分がない磁性体をトレーリング側に配置した単磁極ヘッドが発生する磁界強度の等磁界線を示し、図6(b)は図5に示す構造を有する本発明の単磁極ヘッドが発生する磁界強度の等磁界線を示したものである。磁界強度は、磁気ディスクの記録層の厚さ方向中央部における磁界強度である。

#### 【0021】

主磁極の飽和磁束密度は2.2[T]、幾何学的幅は160[nm]とした。トレーリング側に配置された磁性体の飽和磁束密度は1.0[T]とした。図中の点線は主磁極1及び磁性体32の主磁極1に対向する部分を示している。線間隔は $7.96 \times 10^4$  [A/m]である。

#### 【0022】

図6(a)と図6(b)の比較から、本発明の単磁極ヘッドでは、トレーリング側の等磁界線の湾曲が従来構造の単磁極ヘッドよりも抑制されていることがわかる。従来構造の凸部分がない磁性体(シールド)を有する単磁極ヘッドの場合、例えば、最大記録磁界強度の半分の強度の等磁界線の主磁極のトレーリング位置からの距離は、トラックエッジで83nm、トラック中心で94nmであり、その差L1は11nmだけ膨らんでいた。一方、本発明の凸部がある磁性体(シールド)を有する単磁極ヘッドは、トラックエッジで89nm、トラック中心で98nmであり、その差L1は9nmと減少し、より直線的な磁界分布となっている。

#### 【0023】

図7(a)、(b)はそれぞれ図6(a)、(b)の二つのヘッド磁界を用いて、媒体の記録磁化状態を計算したシミュレーション図である。図7(a)は図6(a)に対応し従来構造の単磁極ヘッドによる記録磁化状態を示し、図7(b)は図6(b)に対応し本発明の単磁極ヘッドによる記録磁化状態を示している。なお、最大磁界強度が等しい条件で比較した。図の白黒のコントラストは、黒

がプラス方向に、白がマイナス方向に磁化されていることを表す。

#### 【0024】

本発明の単磁極ヘッドを用いた図7(b)の記録磁化の方が、従来の単磁極ヘッドを用いた図7(a)の記録磁化より磁化反転が鮮明にかけていることがわかる。この時、従来構造の単磁極ヘッドで記録した記録磁化の再生分解能は27.9%であったのに対して、本発明のヘッド構造で記録したときの再生分解能は29.6%と改善された。このように本発明によると、再生分解能の向上がはかられ、より高い密度の磁気ディスク装置を実現できる。

#### 【0025】

また、本発明の磁気記録ヘッドは、二層垂直磁気記録媒体のみならず、軟磁性裏打ち層を有する他の磁気記録媒体に対して適用しても同様の効果を得ることができる。例えば、斜め異方性媒体に対しても同様の効果を得ることができる。

#### 【0026】

図8は、磁性体の主磁極に対向する側の形状の変形例を示す図である。主磁極のトレーリング側に配置される磁性体の主磁極に向かって突出する突出部の形状は、図5に示したような矩形形状であることは必ずしも必要とされない。例えば、図8(a)あるいは図8(b)に示すように、主磁極1のトレーリング側の辺の中心位置における主磁極1と磁性体32の辺との距離GLが、主磁極1のトレーリング側の辺の端の位置における主磁極と磁性体32の辺との距離GL2より小さくなるように、磁性体32から主磁極1に向かう突出部が磁性体32に設けられていれば、上述したのと同様の効果が得られる。

#### 【0027】

また、主磁極1のトレーリング側に配置された磁性体32は記録磁界を吸い込むことが目的であり、ヘッド奥行き方向の厚さは薄いことが必要である。図9は、磁性体の厚さと等磁界線の湾曲の程度の関係を示す図である。図9の横軸は磁性体32の厚さ、縦軸は最大記録磁界強度の半分の強度の等磁界線の主磁極までの距離の、トラック中心とトラックエッジにおける距離との差L1である。図9から、磁性体32の厚さが主磁極1の絞り込まれる位置すなわちフレアポイントから浮上面までの距離すなわちスロートハイトと同程度にすると、L1が小さく

なることが分かる。したがって、本発明では磁性体 32 の厚さをスロートハイトより小さくすることが望ましい。

#### 【0028】

磁気ディスク装置において、主磁極 1 のトレーリング側の辺はトラック方向に必ずしも垂直とは限らず、図 10 に示すように斜めになる、いわゆるスキュー角  $\alpha$  がつく。主磁極トレーリング側に補助磁極 32 に接合された磁性体 32 の凸部 32a の主磁極 1 に対向する側の辺は、スキュー角  $\alpha$  がついたときでも主磁極 1 のトラック方向幅よりはみ出さないのが望ましい。そのためには、主磁極トレーリング側の辺の幅  $T_{ww}$ 、磁性体 32 の凸部 32a の主磁極 1 に対向する辺の幅  $N_w$ 、及び磁性体 32 の凸部 32a の端から主磁極 1 までの距離  $G_{LE}$  は、スキュー角の最大値  $\alpha$  に対して、次式の関係式を満たすように設定するのが好ましい。このように設定することにより、等磁界線を直線的にできる。

$$0.5 \times (T_{ww} - N_w) \leq G_{LE} \times \tan \alpha$$

#### 【0029】

図 11 は、主磁極と磁性体との間の距離と等磁界線の湾曲の程度の関係を示した図である。図 11 の横軸は、主磁極とそのトレーリング側に設置された補助磁極に接合された磁性体との最短距離  $GL$  を、主磁極の浮上面から軟磁性裏打ち層までの距離  $ATS$  で規格化した値である。図 11 の縦軸は、最大記録磁界強度の半分の強度の等磁界線の主磁極までの距離の、トラック中心とトラックエッジにおける距離との差  $L1$  である。差  $L1$  が大きいほど等磁界線が湾曲していることになる。図 11 から、 $GL$  が大きいと  $L1$  が大きくなり等磁界線を直線的にする効果が得られず、逆に  $GL$  が小さすぎても  $L1$  が大きくなり、等磁界線を直線的にする効果が小さいことがわかる。図から、 $GL/ATS$  を 0.4 以上、1.5 以下にすると、 $L1$  を 10 nm 以下に抑えることができ、等磁界線を直線的にする効果が高いことが分かる。

#### 【0030】

図 12 は、本発明の磁気ヘッドの製造方法の一例を示す工程図である。図は、ヘッドの浮上面方向から見た図である。

最初、図 12 (a) に示すように、無機絶縁膜 101、主磁極となる磁性膜 1

0 2、ギャップとなる無機絶縁膜 1 0 3、磁性体（シールド）の凸部となる磁性膜 1 0 4、ケミカルメカニカルポリッシュ（CMP）のストッパ 1 0 5、無機絶縁膜 1 0 6 を順に積層し、さらにリフトオフ方式でレジスト 1 0 7 を図のような形状で形成する。次に、図 1 2（b）に示すように、イオンミリングし、磁性膜 1 0 2 を主磁極の形状に形成する。その後、図 1 2（c）に示すように、無機絶縁膜 1 0 1' を図のように形成し、図 1 2（d）に示すように、イオンミリングして、主磁極の幅より狭い、磁性体片 1 0 4 を形成する。この磁性体片 1 0 4 が、主磁極トレーリング側に配置された磁性体の凸部となる。

#### 【0 0 3 1】

次に、図 1 2（e）に示すように無機絶縁膜 1 0 1' を形成し、図 1 2（f）に示すように CMP により平坦化する。その後、主磁極と補助磁極を接合するピラー及び凸部以外の主磁極トレーリング側に配置される磁性体を形成するための溝を形成し、そこに磁性体 1 0 4' を形成する。その後、図 1 2（f）の点線で囲まれた部分をミリングにより除去することにより、図 1 2（g）に示すような本発明のヘッド構造が得られる。

#### 【0 0 3 2】

##### 【発明の効果】

本発明によると、記録ビットセルの磁化反転形状の湾曲を改善できる記録ヘッドが得られる。その記録ヘッドを搭載することにより高記録密度に適した磁気ディスク装置が得られる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明による磁気ディスク装置の構成例を示す概略図。

##### 【図 2】

磁気ヘッドと磁気ディスクとの関係例を示す概略図。

##### 【図 3】

垂直記録の概略図。

##### 【図 4】

磁気ヘッドの構造の他の例を示す概略図。



**【図 5】**

本発明による記録ヘッドの一例を示す模式図。

**【図 6】**

記録磁界の等磁界曲線を示した図。

**【図 7】**

シミュレーションによる記録磁化状態を示した図。

**【図 8】**

磁性体の変形例を示す図。

**【図 9】**

磁性体の厚さと等磁界線の湾曲の程度の関係を示した図。

**【図 10】**

スキューがついた場合の記録ヘッドの配置を示す図。

**【図 11】**

主磁極と磁性体との間の距離と等磁界線の湾曲の程度の関係を示した図。

**【図 12】**

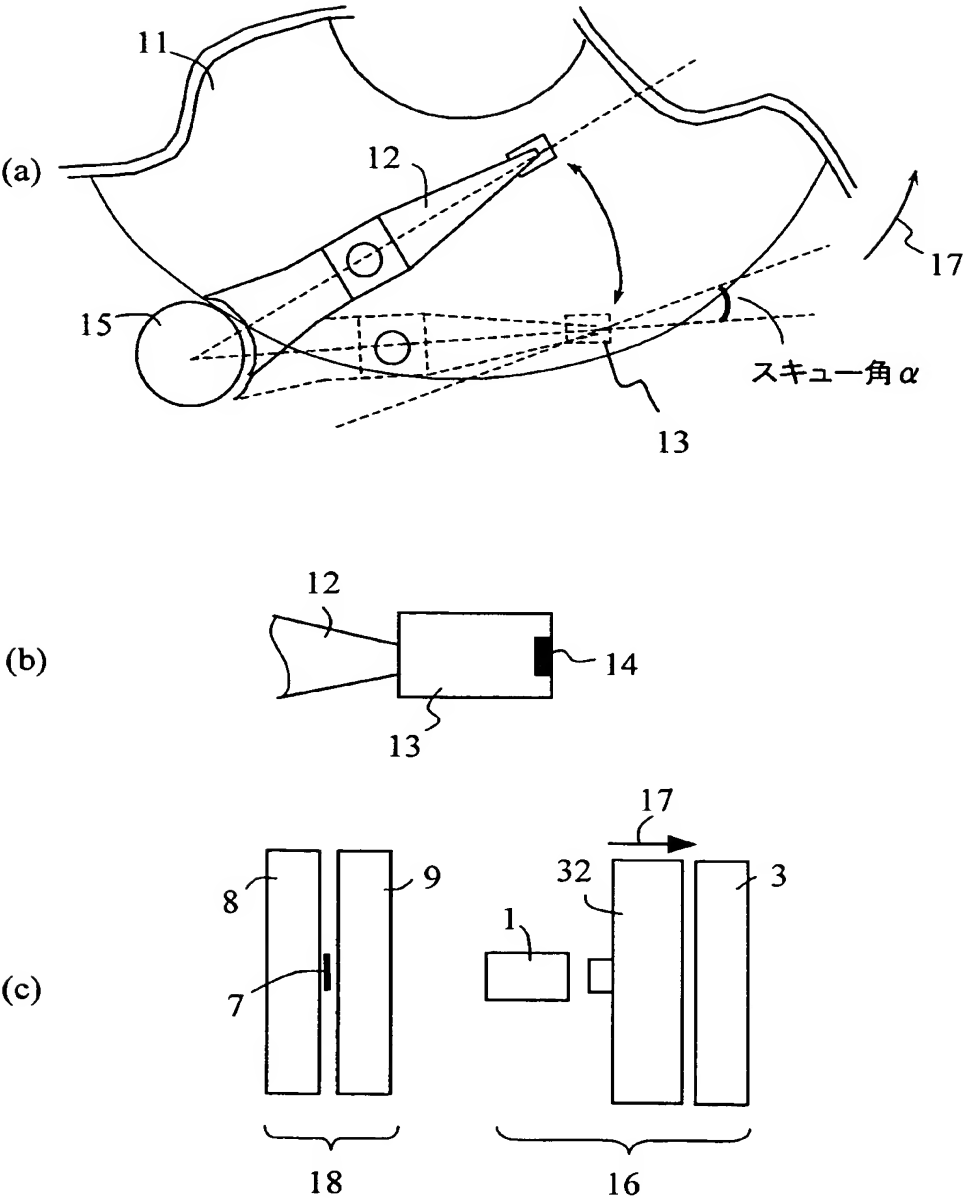
本発明の磁気ヘッドの製造方法の一例を示す工程図。

**【符号の説明】**

1…主磁極、2…薄膜導体コイル、3…補助磁極、7…再生素子、8…下部シールド、9…上部シールド、11…磁気ディスク、12…サスペンションアーム、13…磁気ヘッドスライダー、14…磁気ヘッド、15…ロータリーアクチュエータ、16…記録ヘッド、17…ディスク回転方向、18…再生ヘッド、19…記録層、20…軟磁性裏打ち層、32…磁性体、33…フレアポイント、34…スロートハイト

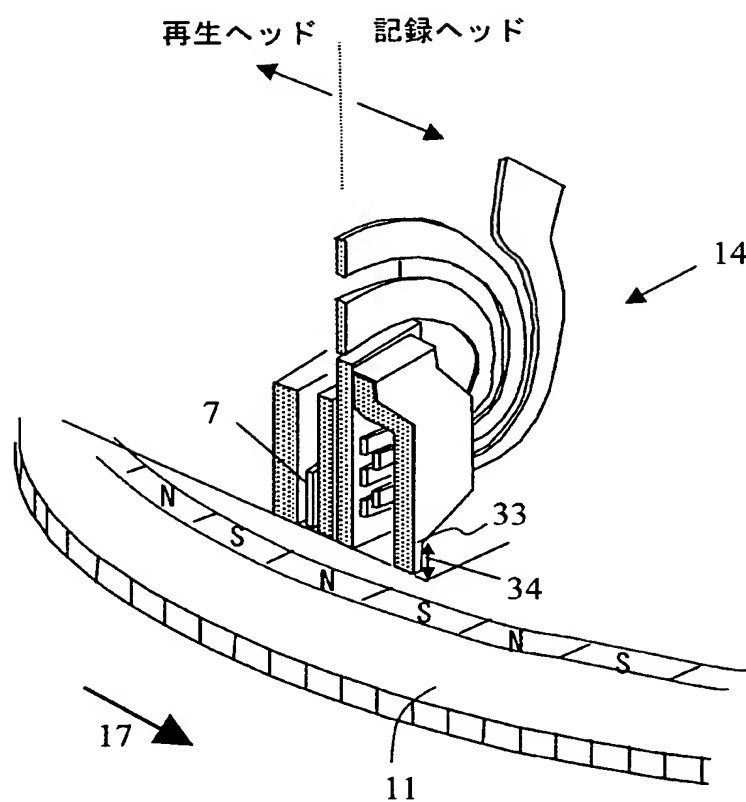
【書類名】 図面  
【図 1】

図 1



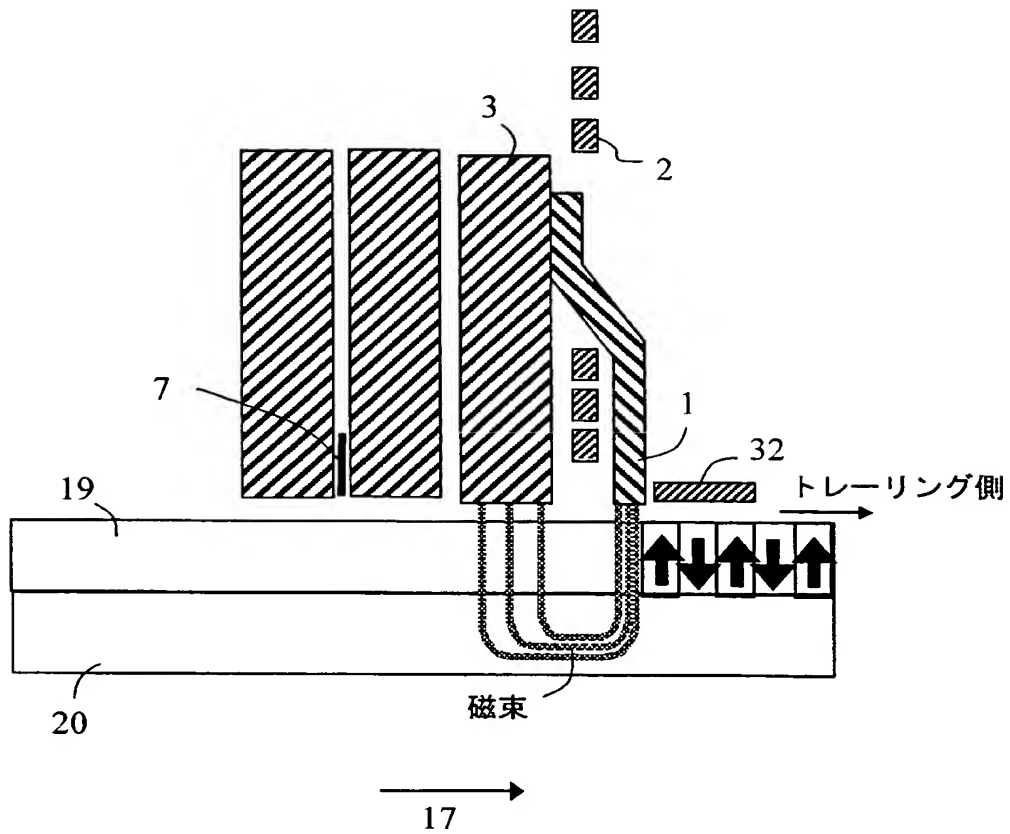
【図 2】

図 2



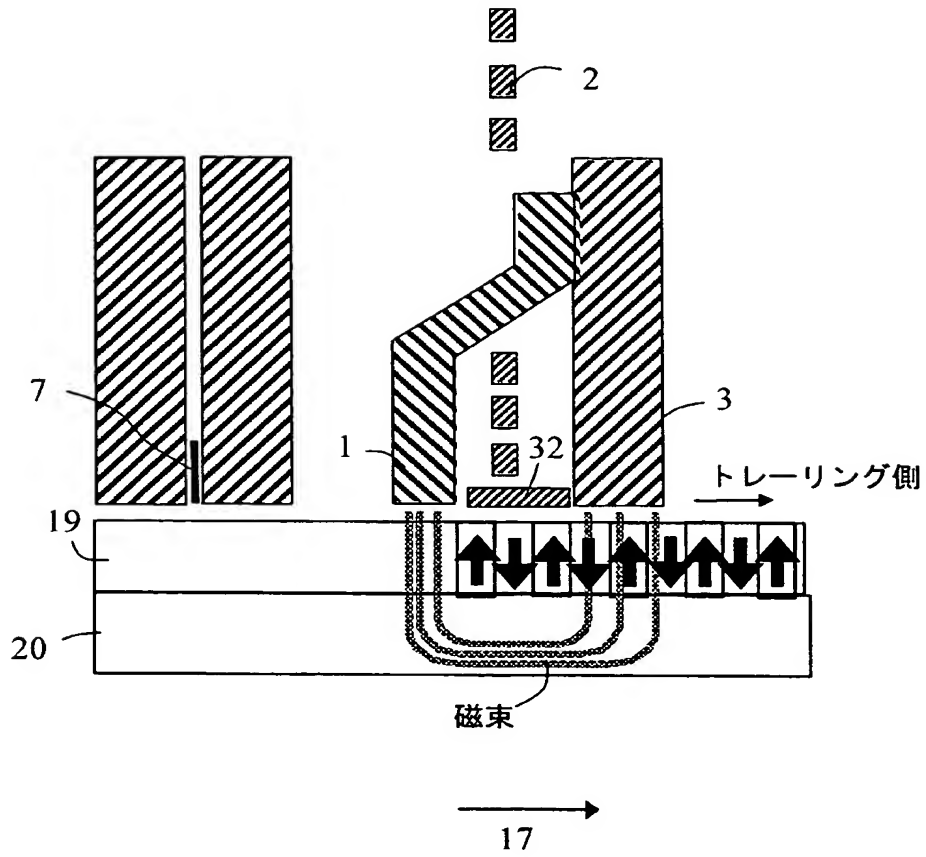
【図 3】

図 3



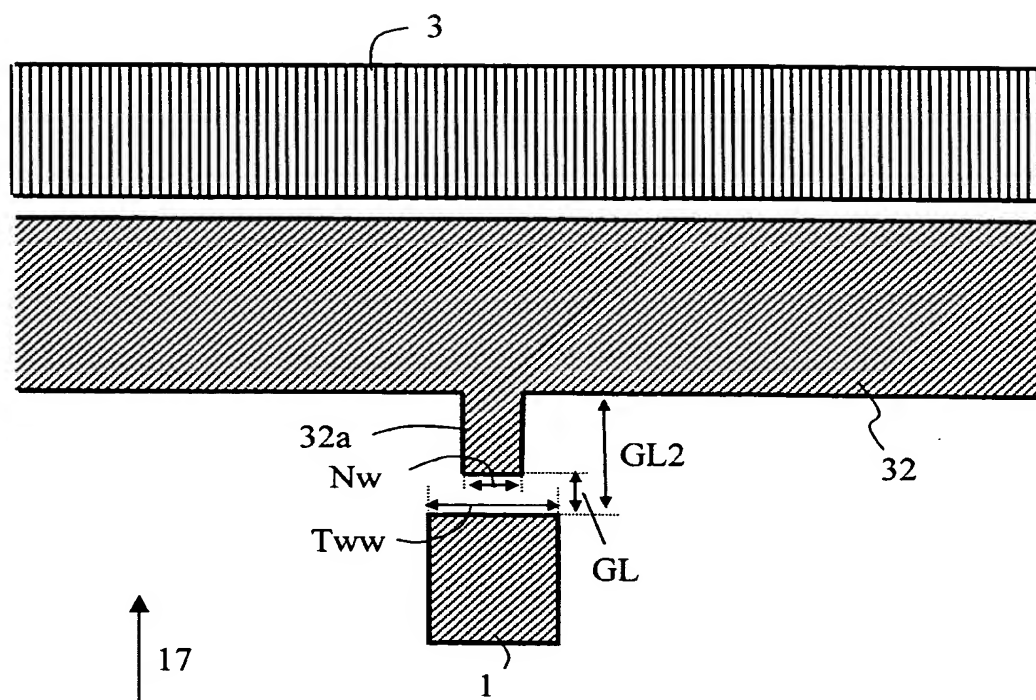
【図 4】

図 4



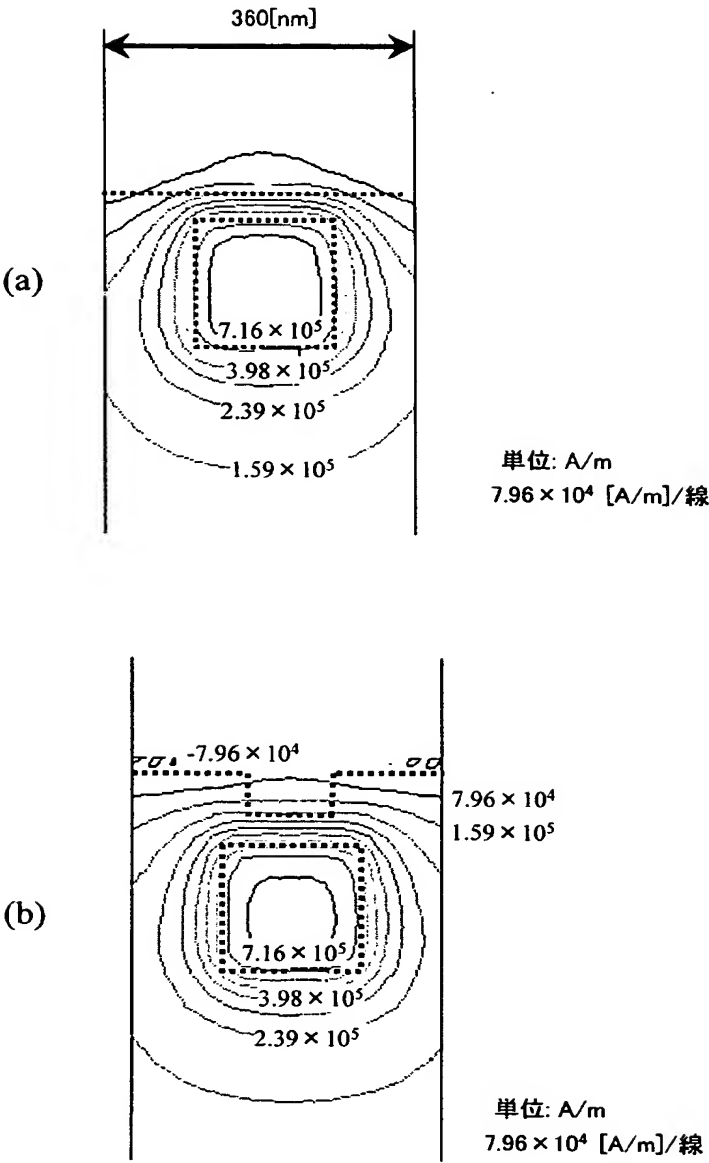
【図 5】

図5



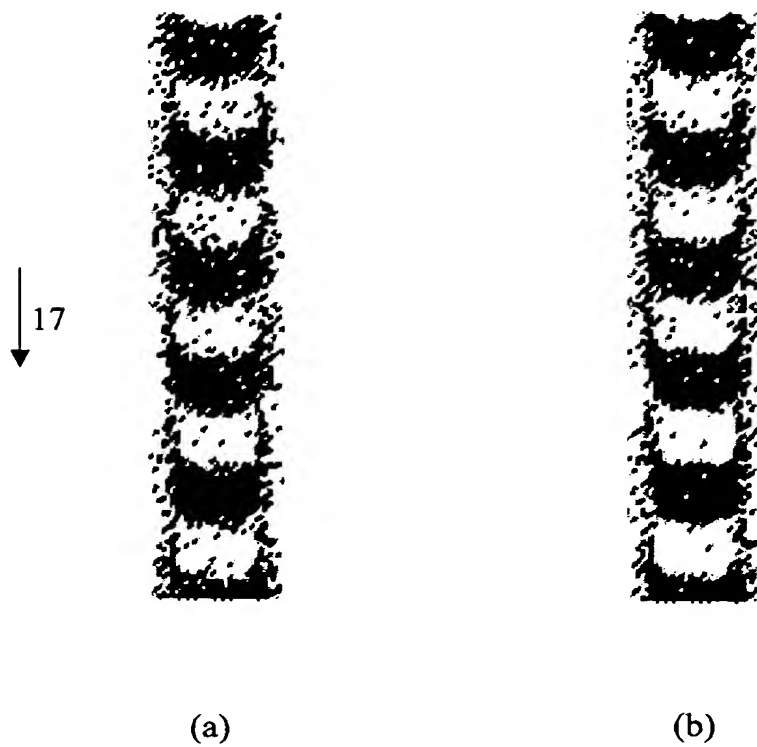
【図 6】

図 6



【図 7】

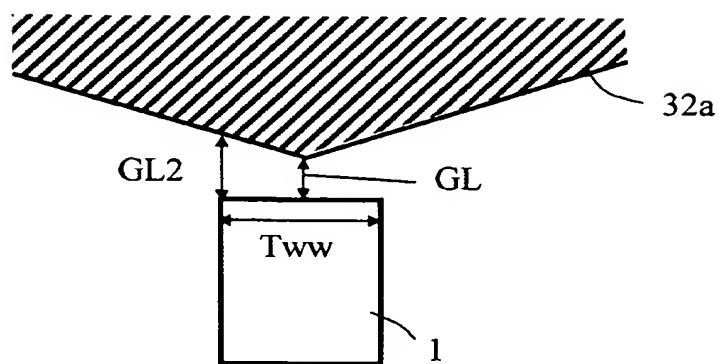
図 7



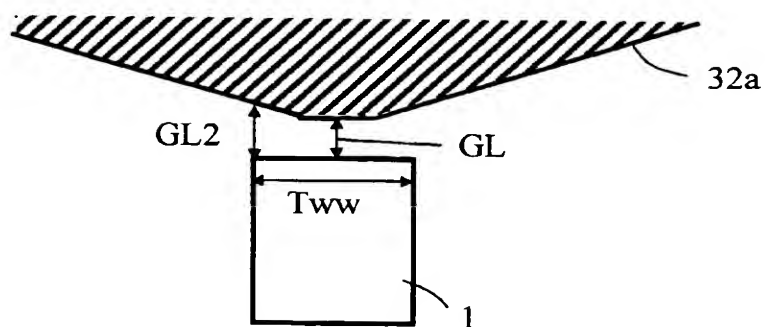


【図 8】

図 8



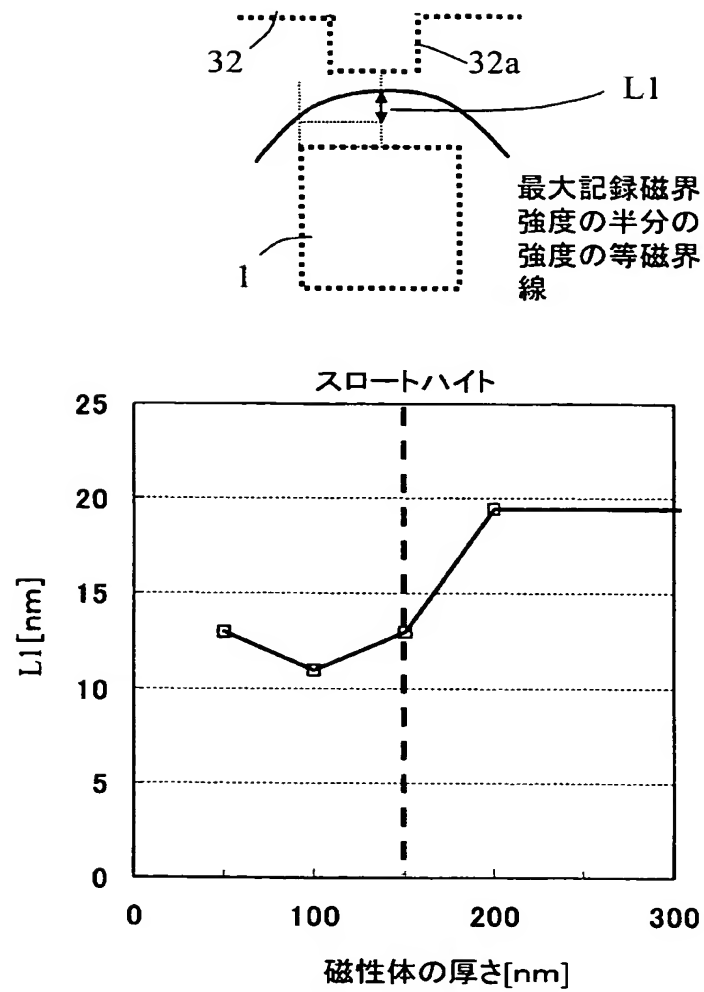
(a)



(b)

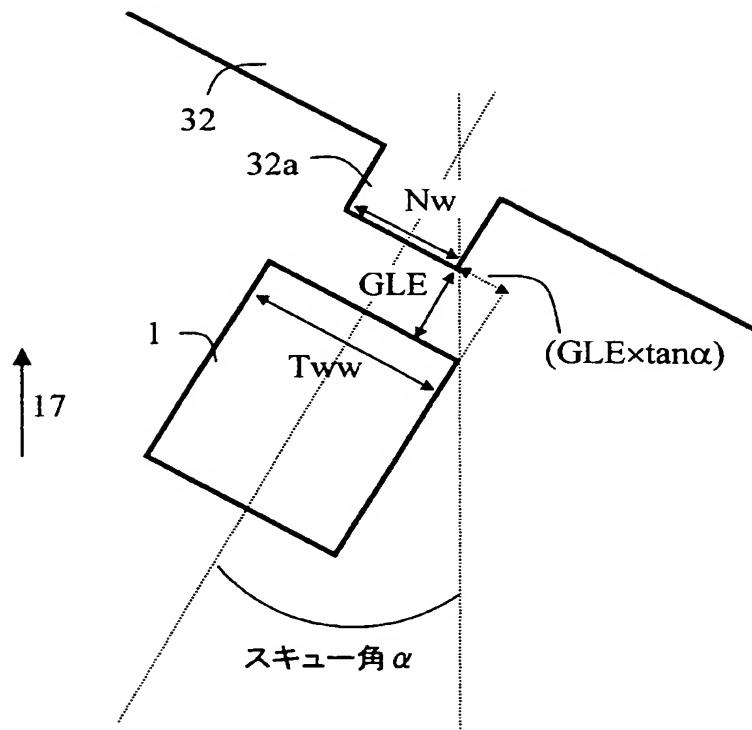
【図 9】

図9



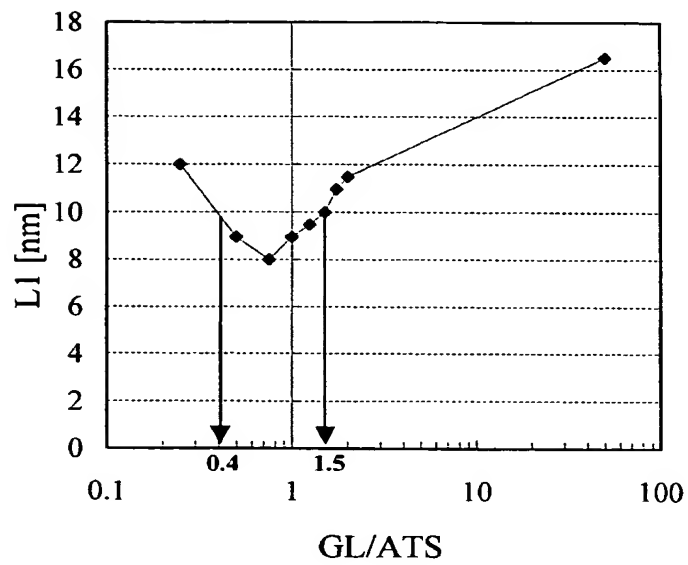
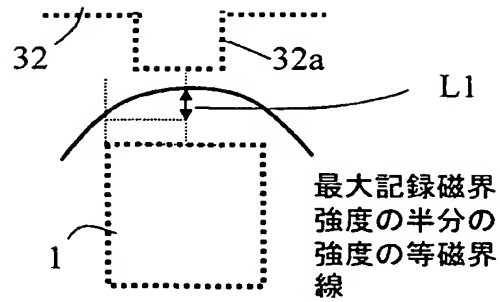
【図 10】

図10



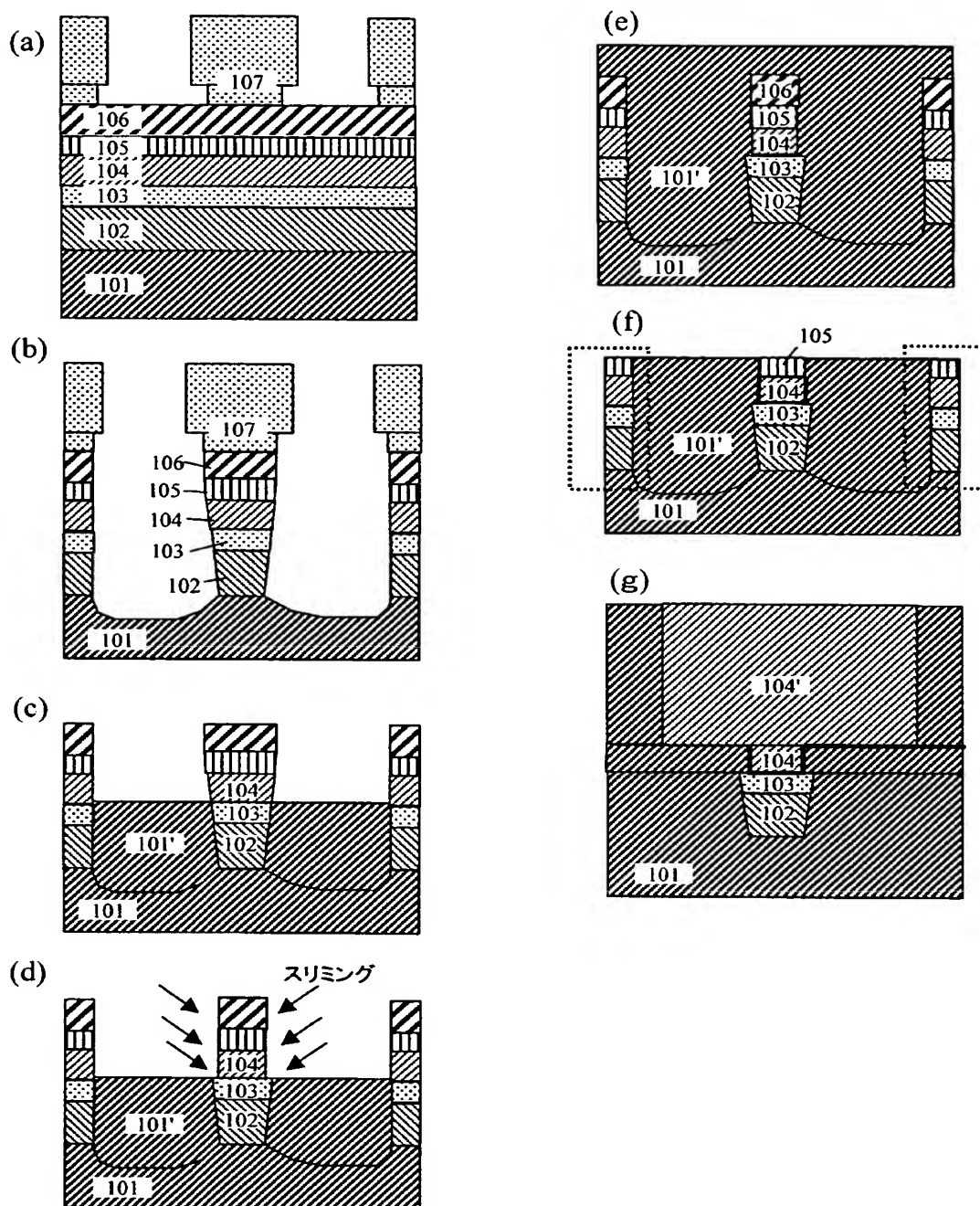
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記録ヘッドの磁界分布を直線的にし、記録ビットセルの磁化反転形状の湾曲を改善する。

【解決手段】 主磁極 1 と補助磁極 3 を有する単磁極ヘッドにおいて、主磁極のトレーリング側に磁性体 3 2 を配置し、その磁性体に主磁極に向かって突出する凸部 3 2 a を設け、凸部の主磁極に対向する辺の幅  $N_w$  を主磁極のトレーリング側の幅  $T_{ww}$  より狭くする。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 1 3 4 6 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所